

## METHOD AND APPARATUS FOR TREATMENT OF SEMICONDUCTOR

Publication number: JP4075328

Publication date: 1992-03-10

Inventor: KOBAYASHI NORIO

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:


- international: *H01L21/205; C23C16/458; C30B25/12; C30B25/14; H01L21/00; H01L21/31; H01L21/68; H01L21/683; H05B3/00; C23C16/458; C30B25/12; C30B25/14; H01L21/00; H01L21/02; H01L21/67; H05B3/00; (IPC1-7): H01L21/205*

- european: *C23C16/458D2; H01L21/00S2H4; H01L21/68T; H01L21/683V; H05B3/00L*

Application number: JP19900190064 19900718

Priority number(s): JP19900190064 19900718

Also published as:

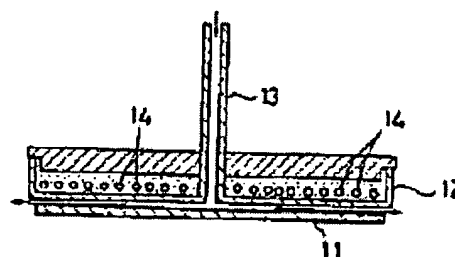
 US5370709 (A1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP4075328

**PURPOSE:** To prevent dust particles from being produced and to prevent an impurity profile from being changed by an autodoping by changing over a reaction gas in a short time by a method wherein, in a state that a semiconductor substrate has been sucked to a suction plate in a noncontact manner by using a gas which is jetted from the rear surface of the suction plate, the semiconductor substrate is heat-treated.

**CONSTITUTION:** A suction plate 12 which is parallel to a substrate 11 composed of a wafer is installed. A gas is made to flow out at a pressure or higher from a pipe 13 installed in its central part. Then, the gas flows at high speed toward the substrate 11 and the circumference of the suction plate 12 through a gap between the substrate 11 and the suction plate 12. At this time, the pressure between the substrate 11 and the suction plate 12 becomes low as compared with the pressure at the circumference due to a phenomenon based on Bernoulli's theorem, and a sucking force of the substrate 11 acts. As a result, the substrate 11 is sucked to the suction plate 12 in a state that a required gap is kept because the gas flows between it and the suction plate 12. In addition, a heating mechanism 14 such as a heater or the like is installed at the inside of, e.g., the suction plate 12, and a raw-material gas is brought into contact with the substrate 11 in a state that the substrate 11 is heated. When the gas is made to flow at high speed between the substrate 11 and the suction plate 12, an autodoping is reduced and it is



possible to prevent dust particles or the like from  
adhering.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-75328

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 L 21/205

識別記号

庁内整理番号

7739-4M

⑭ 公開 平成4年(1992)3月10日

審査請求 未請求 請求項の数 13 (全11頁)

⑮ 発明の名称 半導体の処理方法およびその装置

⑯ 特 願 平2-190064

⑰ 出 願 平2(1990)7月18日

⑱ 発 明 者 小 林 則 夫 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会社東芝堀川町工場内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 鈴 江 武 彦 外3名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体の処理方法およびその装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 吸着板の下面から吹出されるガスによって半導体基板を吸着板に非接触で吸着した状態で、半導体基板を加熱処理することを特徴とする半導体の処理方法。

(2) 前記ガスは、原料ガスが混合されたキャリアーガスからなり、半導体基板に気相成長膜を形成することを特徴とする請求項1記載の半導体の処理方法。

(3) 前記ガスは、原料ガスが混合されたキャリアーガスからなり、半導体基板にエピタキシャル膜を形成することを特徴とする請求項1記載の半導体の処理方法。

(4) 前記加熱処理は、半導体基板を気相エッチングすることを特徴とする請求項1記載の半導体の処理方法。

(5) 前記半導体基板は、吸着板の下面から吹

出されるガスによって回転された状態で処理されることを特徴とする請求項1記載の半導体の処理方法。

(6) 前記半導体基板は、Si基板からなることを特徴とする請求項1乃至5記載の半導体の処理方法。

(5) 前記半導体基板は、GaAs基板からなることを特徴とする請求項1乃至5記載の半導体の処理方法。

(6) 前記半導体基板は、GaP基板からなることを特徴とする請求項1乃至5記載の半導体の処理方法。

(7) 前記原料ガスは、キャリアーガスが吸着板から吹出される直前で混合されることを特徴とする請求項2乃至3記載の半導体の処理方法。

(8) ガスの導入パイプが設けられ、このパイプによって導入されたガスを下面から吹出し、このガスによって半導体基板を非接触で吸着する吸着板と、

この吸着板を収容する収容部と、

前記ガスおよび半導体基板を加熱する加熱手段と、

を具備したことを特徴とする半導体の処理装置。

(9) 前記収容部は一部が透光性部材によって構成され、前記加熱手段は、この透光性部材を介して前記ガスおよび半導体基板を加熱する光源によって構成されていることを特徴とする請求項8記載の半導体の処理装置。

(10) 前記加熱手段は、前記パイプの周囲および吸着板に設けられた発熱体によって構成されていることを特徴とする請求項8記載の半導体の処理装置。

(11) 前記パイプは、キャリアーガスを導入する第1のパイプと、

原料ガスを導入し、この原料ガスを前記第1のパイプの吹出し部近傍でキャリアーガスに混合する第2のパイプと、

を具備したことを特徴とする請求項8記載の半導体の処理装置。

(12) 前記第1のパイプの中間部にはキャピ

ティが設けられ、このキャピティには、キャリアーガスを加熱する発熱体が設けられていることを特徴とする請求項11記載の半導体の処理装置。

(13) 前記吸着板の下面は、中央部から周縁にテイバーが形成された傘状とされていることを特徴とする請求項8記載の半導体の処理装置。

### 3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

この発明は、例えばのエピタキシャル成長等に適用される半導体の処理方法およびその装置に関する。

(従来技術)

シリコン(Si)のエピタキシャル成長は、一般に気相法(Vapour phase Epitaxy)を指している。さらに、気相エピタキシャル法を分類すると、化学的方法(Chemical Vapour Deposition)と、物理的方法(Physical Vapour Deposition)とがある。

現在、半導体デバイス製作において用いられている気相エピタキシャル成長技術は、そのほとん

どがCVD法である。CVD法は、その化学反応の違いにより、水素還元法と熱分解法に区分される。エピタキシャル成長の最大のメリットは、基板上に任意の導電型、比抵抗の層を、任意の厚さで形成することができることであり、トランジスタやダイオード等のディスクリート素子では、直列抵抗を下げるために $n^+n$ 構造や $p^+p$ 構造が容易に可能となることである。また、バイポーラICでは埋込層によりコレクタ直列抵抗を下げるができる他、 $pn$ 接合分離が可能となる。さらに、MOSICでは、ラッチアップ対策、寄生容量減少対策、アルファ線対策およびシリコンウェーハ内部にゲッターリング作用を持たせ、且つウェーハ表面層に完全結晶することによりリーク電流減少化対策として、エピタキシャル技術が使用される。これ等のデバイス応用に際して、エピタキシャル層の品質として、一般的に次のことが要求される。

①突起等のない平坦で、平滑な表面であること。

②積層欠陥や、転移等の結晶不整がないこと。

③オードーピング効果がないこと。

④基板上のパターン変形、消失がないこと。

⑤膜厚、比抵抗の均一性がよいこと。

第13図は、従来一般に使用されている縦型炉を示すものである。この縦型炉は、反応室1の内部に回転する円盤型のヒータ・サセプター2が設けられ、このサセプター2上に複数のウェーハ3が載置される。サセプター2の中央部には、パイプ4が設けられ、このパイプ4を介して反応ガスが反応室1の内部に導かれる。反応室1にはパイプ5が設けられており、このパイプ5によって反応室1内の残留ガスが排出される。また、前記サセプター2の上面には半径方向に沿って図示せぬモニターウェーハが配置されており、このモニターウェーハの処理状態で全体の処理状態が代表される。

(発明が解決しようとする課題)

上記従来の装置を使用したエピタキシャル成長およびCVD膜成長は、次の問題点を有している。

(a) 反応室1の容量が大きいため、反応ガスの切換えに時間を要し、次の点で不利である。

すなわち、エピタキシャル成長の場合、オートドーブにより不純物プロファイルの変化が大きい。また、CVD膜の場合も、基本的には同様な効果により、CVD膜中に基板からの蒸発物質をとり込み易いものである。

さらに、反応ガスを切換えるためのバージに長時間を要し、しかも、大量のバージガスを必要とするものである。

(b) 反応室1の内部には、加熱されたサセプター2やウェーハ3があるため、ガスの流れは、乱流となっており、塵埃が発生し易いとともに、この発生した塵埃がウェーハ3に付着し易いものである。

(c) ウェーハ3をサセプター2の上に並べる必要があり、この時これらの接触により塵埃が発生し易いものである。また、サセプター2を構成する材料によりウェーハ3が汚染され易いものである。

は、吸着板の下面から吹出されるガスによって半導体基板を吸着板に非接触で吸着し、この状態で、半導体基板を加熱処理している。

前記ガスは、原料ガスが混合されたキャリアーガスからなり、半導体基板に気相成長膜を形成するものである。

前記ガスは、原料ガスが混合されたキャリアーガスからなり、半導体基板にエピタキシャル膜を形成するものである。

前記加熱処理は、半導体基板を気相エッチングするものである。

前記半導体基板は、吸着板の下面から吹出されるガスによって回転された状態で処理される。

前記半導体基板は、Si基板によって構成されている。

前記半導体基板は、GaAs基板によって構成されている。

前記半導体基板は、GaP基板によって構成されている。

前記原料ガスは、キャリアーガスが吸着板から

(d) サセプター2を必要としているため、ウェーハ3の他に熱容量の大きいサセプター2を加熱する必要があり、加熱、冷却に時間を要するとともに、エネルギー効率が悪いものである。

(e) ウェーハ3に形成された膜の均一性、品質を考えた場合、一度に大量のウェーハを処理するバッチ処理方式は、一枚ずつ処理する枚葉式に比べて不利なものである。

この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、塵埃の発生を防止できるとともに、反応ガスの切換えを短時間に行うことにより、オートドーブによる不純物プロファイルの変化を防止でき、さらに、バージガスの量を大幅に削減でき、高品質のエピタキシャル成長膜およびCVD膜を効率よく形成することが可能な半導体の処理方法および装置を提供しようとするものである。

#### [発明の構成]

(課題を解決するための手段)

上記課題を解決するため、この発明の方法で

吹出される直前で混合される。

さらに、この発明の装置は、ガスの導入パイプが設けられ、このパイプによって導入されたガスを下面から吹出し、このガスによって半導体基板を非接触で吸着する吸着板と、この吸着板を収容する収容部と、前記ガスおよび半導体基板を加熱する加熱手段とによって構成されている。

前記収容部は一部が透光性部材によって構成され、前記加熱手段は、この透光性部材を介して前記ガスおよび半導体基板を加熱する光源によって構成されている。

前記加熱手段は、前記パイプの周囲および吸着板に設けられた発熱体によって構成されている。

前記パイプは、キャリアーガスを導入する第1のパイプと、原料ガスを導入し、この原料ガスを前記第1のパイプの吹出し部近傍でキャリアーガスに混合する第2のパイプとによって構成されている。

前記第1のパイプの中間部にはキャビティが設けられ、このキャビティには、キャリアーガスを

加熱する発熱体が設けられている。

前記吸着板の下面は、中央部から周縁にテイバーが形成された傘状とされている。

#### (作 用)

この発明は、吸着板の下面から吹出されるガスによって半導体基板を吸着板に非接触で吸着し、この状態で、半導体基板を加熱処理している。したがって、半導体基板がいずれの物とも接触しないため、塵埃が発生しないものであり、半導体基板の表面に対する異物の付着を防止できる。

また、半導体基板の表面には吸着板の下面から吹出されたガスが高速に流れているため、ガスの置換が速く、オートドーピングを防止できるものである。

さらに、半導体基板は吸着板に対してわずかな隙間を隔てて吸着されているため、実質的な反応質の容積が小さく、ガスの消費量を削減できるとともに、ガスのバージに要する時間を短縮化することができる。

また、従来のように熱容量の大きなサセプタを

まず、第1図を用いて、この発明の原理について説明する。

エピタキシャル成長において、成膜中に基板の不純物を取り込むこと、即ちオートドーピングは、本質的な問題である。この対策としては、原料ガスを水素還元法のガス種から熱分解法のガス種に変更し、処理を低温化する等の方法が一般的であるが、基板から蒸発した不純物を短時間に除去することも有効であると考えた。不純物を短時間に除去する方法としては、反応容器の容量を小さくして、キャリアガスの流量を増やすことが一般的である。しかし、この究極の形として第1図に示す構造を考えた。

即ち、第1図において、ウェーハからなる基板11と平行な板（以下、吸着板と称す。）を設け、この吸着板12の中央部に設けられたパイプ13からガスのある圧力以上で流出すると、このガスは基板11と吸着板12のギャップを通過して基板11および吸着板12の周囲に向かって高速に流れる。このとき、流体運動に関するエネルギー保

存しないため、電力の消費量を減少できるものである。

さらに、この方法は、半導体基板に気相成長膜、あるいはエピタキシャル膜を形成する場合、若しくは半導体基板を気相エッチングする場合に有効である。

また、半導体基板は、吸着板の下面から吹出されるガスによって回転した状態で処理すると、半導体基板に形成される膜を一層均一化することができる。

さらに、半導体基板としては、Si基板に限らず、GaAs基板、GaP基板を適用することができる。

また、ガスとしてはキャリアガスと原料ガスを使用するが、原料ガスは、キャリアガスが吸着板から吹出される直前に混合するほうが化学反応が進まず都合がよい。

#### (実施例)

以下、この発明の一実施例について図面を参照して説明する。

存則を表わす、ベルヌイの定理に基づく現象により、基板11と吸着板12との間の圧力が周囲の圧力に比べて低くなり、基板11に吸引力が働く。その結果、基板11は、吸着板12との間にガスが流れるために必要なギャップを保持した状態で吸着板12に吸着される。さらに、例えば吸着板12の内部に、ヒータ等の加熱機構14を設け、基板11を加熱した状態において、基板11に原料ガスを接触させることが、この発明の基本的な概念である。

基板11と吸着板12の間に高速にガスを流すことにより、オートドーピングが減ると共に、塵埃等の付着を防止でき、且つ、基板一枚ずつ成膜処理をすることにより膜の均一性も改善される。

さらに、この方法によればサセプターが不要となるため、被加熱物質の質量を少なくでき、急速な加熱、冷却が可能であり、高温に保持される時間を少なくできる。

第2図は、この発明の装置の第1の実施例を示すものである。

反応室21は、その側壁21aがステンレスによって製作されており、上面および下面には透明石英板22、23が設けられている。前記側壁21aは図示せぬ水冷式冷却装置によって冷却されている。この側壁21aの周囲には排気管21bが設けられており、さらに、側壁21aの周囲には反応室21内のガスを排気管21bに導く複数の排気口21cが設けられている。また、側壁21aの一部には、基板を反応室21に出入れする開閉自在とされた窓部21dが設けられている。

一方、前記反応室21の外部で透明石英板22、23の近傍には、複数の加熱用ランプ24が設けられている。このランプ24の出力は、1.2kW / 10本であり、これらランプ24の背面には、光および熱を反応室21内に反射する反射板25が設けられている。これらランプ24、透明石英板22、23は大量の空気によって冷却されるようになっており、透明石英板22、23の内面に反応生成膜が成長されないようになっている。

30から導入された原料ガスが混合されて、ノズル29から吸着板26の裏面部から吹出される。

原料ガスをノズル29の直前でキャリアガスに混合するようにした理由は、原料ガスが予熱され化学反応が進まないよう配慮したためである。

Si基板32は前記反応室21に設けられた窓部21dから挿入される保持体33に保持される。この保持体33にはバキューム・チャック33aが設けられており、Si基板32は破線で示すごとく、このバキューム・チャック33aによって保持体33に保持されている。保持体33は反応室21の内部において、上下方向に移動可能とされており、Si基板32を吸着板26に近接した状態において、バキューム・チャック33aを停止すると、Si基板32は同図に実線で示すごとく、ノズル29から吹出されるガスの作用によって、吸着板26の裏面部に略1mm~0.5mmの隙間を隔てて、吸着板26に吸着される。

この状態において、保持体33は反応室21から取出され、所定の処理が実行される。また、処

また、前記反応室21の内部には、例えば円形状の吸着板26が設けられている。この吸着板26の表面部にはコイル状にパイプ27が配設されており、このパイプ27の一端部にはキャリアガスを導くパイプ28が設けられ、他端部には吸着板26の中央部に設けられ内径約1mmの細管によって構成されたノズル29が設けられている。このノズル29先端は、吸着板26の裏面部中央に位置されている。前記パイプ27の他端部でノズル29の手前には、原料ガスを導入するパイプ30が設けられている。前記吸着板26の裏面部は平滑とされ、周辺には、ストッパー31が例えば4ヶ所設けられている。尚、同図には2ヶ所のみ示している。前記吸着板26、ストッパー31、パイプ27、28、30、ノズル29はそれぞれ石英で製作されている。

前記パイプ28に導入されたキャリアガスはコイル状のパイプ27に導かれ、このパイプ27において、前記ランプ24により後述するSi基板32の温度近くにまで加熱され、この後、パイプ

理が終了すると、反応室21内に再び保持体33が挿入され、Si基板32に近接される。この状態でキャリアガスの供給を停止すると、Si基板32は保持体33上に降下する。この後、バキューム・チャック33aが作動されると、Si基板32は保持体33に保持され、この状態で反応室21から搬出される。尚、保持体33は基板の処理の過程において、適宜出入され基板32を保持可能とされている。

また、前記コイル状のパイプ27と吸着板26の間には、例えば白金-白金ロジウムの熱電対34が複数個配設されており、この熱電対34の出力信号は温度制御部35に供給される。この温度制御部35では熱電対34の出力信号に応じてランプ24の電力量が制御される。すなわち、この温度制御部35では、複数の熱電対34から出力される信号に応じて、この熱電対34と対応する位置のランプ24の電力を制御することにより、基板32の表面を均一に加熱可能としている。

尚、実際には予めSi基板に白金-白金ロジウ

ム熱電対を接着させておき、Si基板の温度と吸着板の温度の相関を調査しておき、Siエピタキシャル成長を行う場合は吸着板の温度よりSi基板k温度を推定した。

#### <実施例1>

次に、上記装置でSiのエピタキシャル成長を行った結果の一例を示す。

原料ガスとしてのSiHCl<sub>3</sub>（トリクロロシラン）を3g/min、キャリアガスとしてのH<sub>2</sub>を60ℓ/min流し、Si基板32の温度を約1140℃で制御した結果、成長速度2.4μ/minのほぼ均一なSiエピタキシャル成長膜を得ることができた。この過程を少し具体的に説明する。

まず、直径125mm、比抵抗約0.002Ωcmで、AsがドーブされたN型Si基板32を吸着板26にセットし、約15秒間反応室21内の雰囲気（H<sub>2</sub>）に置換した後、加熱用ランプ24により両面より加熱し、約1分45秒で所定の1140℃に到達した。この状態で約1分間放置し、Si基板32表面の自然酸化膜を除去した後、原料ガスの

エピタキシャル膜成長を行い、これ等の異物の付着数を計測した結果、0.3μm以上の異物数は全く計測されなかった。

#### <実施例2>

次に、上記装置を用い、SiHCl<sub>3</sub>に替えてSiH<sub>4</sub>ガスでSiエピタキシャル成長を行った例について示す。SiHCl<sub>3</sub>の場合と異なるのは、成長温度を1000℃に下げたこと、SiH<sub>4</sub>ガス流量を15cc/min、0.5ppmのPH<sub>3</sub>ガスを20cc/minとしたとき、その加熱時間を1分05秒とし、1000℃H<sub>2</sub>中での放置時間を1分30秒と長くしたことである。

第6図は、その時のSi基板内の膜厚分布を示すものであり、第7図は比抵抗値の分布を示すものである。

また、第8図は、オートドーピング効果の測定として、不純物プロファイルの測定結果を示すものである。

同図に示すように、従来方法に比べ明らかな改善があることが分かる。これは基本的にガス置換

導入用パイプ30よりドーピングガスとしてのPH<sub>3</sub>を含んだSiHCl<sub>3</sub>を流し、2分間Siのエピタキシャル成長を行った。その後、SiHCl<sub>3</sub>の供給を停止させ、5秒後にランプ24の電力を切り降留させる。3分間冷却の後、Si基板32を取り出しエピタキシャル成長層の評価を行った。

第3図は、この時のSi基板面内のエピタキシャル成長膜の膜厚分布を示し、第4図は、その比抵抗値の分布を示すものである。

第5図は、このSi基板のオートドーピング効果を判別するために、拡がり抵抗測定法により、Si基板から、エピタキシャル成長層の不純物のプロファイルを測定した結果を示すものである。参考のために従来のたて型VG装置と同種の原料ガスの組合わせによる不純物プロファイルの典型例を点線で示した。この結果よりオートドーピング効果が著るしく改善されていることが明らかである。

また、連続して20枚のSi基板に、同様にエ

が瞬時に行われるため、基板からの不純物の蒸発によるドーピングが抑えられ、且つ、加熱時間が短いことから、拡散によるプロファイルの悪化も防いでいる。異物付着についても<実施例1>と同様、0.3μm以上の異物は全く認められなかった。

次に、SiH<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>によるSiO<sub>2</sub>膜の成長をさせる場合について説明する。

第9図は、この場合の装置を示すものであり、この発明に係わる装置の第2の実施例を示すものである。第1の実施例では、ランプによってガス等を加熱したが、この実施例では、抵抗加熱方式を採用している。

反応室41は、全体がステンレスによって製作されており、図示せぬ水冷式冷却装置によって冷却されている。この反応室41の側壁41aの周囲には排気管41bが設けられており、さらに、側壁41aの周囲には反応室41内のガスを排気管41bに導く複数の排気口41cが設けられている。また、側壁41aの一部には、基板を反応



室41に出入れする開閉自在とされた窓部41dが設けられている。

一方、前記反応室41の内部には、例えば円形状で、アルミニウムによって製作された吸着板42が設けられている。この吸着板42の内部には加熱用ヒータ43が設けられるとともに、このヒータ43と吸着板42とを絶縁する例えばセラミック等の絶縁物44が収容されている。吸着板42の裏面部周囲には、Si基板が吸着板42より外れないように、複数のストッパー45が設けられている。

前記反応室41の外部には、キャリアガスとしての窒素ガス $N_2$ を導入するためのパイプ46が設けられている。このパイプ46は大径のキャビティ47を介して吸着板42の中央に設けられたノズル48に接続されている。前記キャビティ47とノズル48の接続部には原料ガスを導入するパイプ49が設けられ、さらに、前記キャビティ47の周囲には抵抗加熱ヒーター50が設けられている。

次に実施した工程の手順につき述べる。まず、キャリアガス $N_2$ をパイプ45に $50\text{ l/min}$ 流して、Si基板51を吸着板42に吸着した後昇温を行った。温度 $450^\circ\text{C}$ には約1分20秒で到達したが約20秒間、放置し温度分布の安定化を行った。次にキャリアガス $N_2$ に $1\text{ l/min}$ の $O_2$ を添加し、原料ガス導入用のパイプ49からは、Arベースの $10\% SiH_4$ ガスを $0.7\text{ l/min}$ 流し込み、Si基板51上に $SiO_2$ 膜を成長させた。2分間 $SiO_2$ 膜を成長させた後、原料ガスを止め、更に5秒後にヒーター43およびヒーター50の電力を切り、約2分間冷却させた。

第10図は、上記のようにして成長させた $SiO_2$ 膜のSi基板51内の膜厚分布を示すものである。同図から明らかなように、 $1.0\text{ }\mu\text{m} \pm 0.05\text{ }\mu\text{m}$ と極めて均一性の良い膜を成長させることができた。

同様の方法によって、20枚のSi基板に $SiO_2$ 膜を成長させた後、塵埃等の異物の付着

このような構成において、前記パイプ46に導入されたキャリアガスはキャビティ47においてヒーター50によって予熱される。この予熱されたキャリアガスはパイプ49から導入された原料ガスとしての $SiH_4$ と混合され、ノズル48から吸着板42の裏面部に吹出される。したがって、保持体33によって吸着板42の近傍に保持されたSi基板51は極僅かな隙間を介在して吸着板42に吸着される。

### <実施例3>

次に、上記構成の装置を使用した実施の条件について述べる。

キャリアガスとしては $N_2$ を使用し、原料ガスとしてはArベースの $10\% SiH_4$ ガスを使用した。 $SiO_2$ 膜の成長温度は例えば $450^\circ\text{C}$ とし、この温度は吸着板42に組込まれた図示せぬ熱電対により検出される。この熱電対の検出力に応じてヒータ43の電力を制御することにより、成長温度が常に一定温度に保持されるよう配慮されている。

数を計測した結果、 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上の異物は、全く認められなかった。

上記実施例によれば、次のような効果を得ることができる。

(a) エピタキシャル成長の場合、オートドーピングによる不純物プロファイルの変化を大幅に改善でき、任意の不純物プロファイルを得やすくなった。すなわち、これは気相反応に必要な空間をSi基板と、吸着板の狭いギャップに限定することにより、反応ガスの置換時間を極めて短縮したことと、Si基板を吸着するために必要なキャリアガスのSi基板面に対する流速が、従来の方法に比べ著しく速くなったことが理由と考えられる。

さらに、ガスの流速が速まることにより、気相反応が拡散律速から反応律速領域に変わり、エピタキシャル成長速度が速くなった。したがって、プロファイルがだれることなく、急峻化することができるものである。

(b) 塵埃等の異物の付着数を極めて少なくで

きる。

すなわち、従来の方法では、異物は、冷却された反応室の壁から反応生成物が脱落することにより発生し、さらに、この異物が反応室内の乱流ガス流により舞い上り、Si基板に付着することが多いが、この発明の方法によれば、従来の反応室の壁に相当するSi基板と吸着板は、共に反応温度に高められているため、これらには接着力の強い膜が形成されており、脱落することは少ない。

また、他の異物の発生原因としては、気相中に反応により、反応物質の微粉が形成されることが考えられる。しかし、この発明の方法では、これ等の微粉は速いガス流によってSi基板面の外に、容易に吹き出されるため、Si基板の表面に残留することを防止できる。

さらに、従来の方法における異物発生の原因としては、Si基板をサセプターの上に並べる際、これらの接触により塵埃が発生していた。しかしこの発明の方法は、従来のサセプターに相当するものがなく、しかも、吸着板とSi基板との間に

濃度を均一にするだけでは十分な均一性は達成されない。この発明の方法は、速いガス流により、この反応境界層を除去してしまうため、反応が温度と反応ガスの濃度だけで決定される。したがって、均一な膜質を得易いものである。

上記実施例においては、Si基板を用いたエピタキシャル成長、およびSiO<sub>2</sub>膜の成長の実施例をもとに説明したが、Si以外の例えばGaAs、GaP等の基板にもこの発明を適用することが可能である。

#### <実施例4>

この実施例においては、第1、第2の実施例と同様に、第1図に示す装置により、N<sup>+</sup>GaAs基板にノンドープのGaAsを気相成長させた。

使用した基板は、直径50mmのN<sup>+</sup>GaAs基板であり、キャリア濃度が $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、結晶面方位(100)である。成長温度は、600℃であり、原料ガスは、トリメチルガリウム( $\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$ )  $\cdots 2. \times 10^{-5} \text{ mol/min}$ 、アルシン( $\text{AsH}_3$ )  $\cdots 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/min}$ 、

は常にガス流があり、これらは非接触である。したがって、これらによる異物の発生が無く、異物の付着もない。以上のような効果が相乗されて、異物付着のほとんどない膜成長を達成することができる。

(c) エネルギー効率が低い。

本質的には、加熱する対象物が、Si基板と吸着板およびキャリアガスだけである。したがって、従来のように、熱容量の大きいサセプターが不要であるため、電力使用量を大幅に削減することができるものである。

また、実質的な反応室の容積が少ないため、使用するキャリアガスの量を削減することができ、経済的に有利である。

(d) 成膜の均一性が良い。

成膜の均一性は、温度分布の均一性と、反応ガス濃度がSi基板面の任意の場所で一定であることが必要である。通常の気相反応ではSi基板を囲むように反応境界層が形成され、これが新しい原料ガスの侵入を妨げる。このため、反応ガスの

キャリアガスは水素( $\text{H}_2$ )  $\cdots 10 \text{ l/min}$ である。

装置内に基板をセットし、キャリアガス( $\text{H}_2$ )を約10分供給して十分に置換した後、加熱を開始し、600℃に到達してから10分後に、上記原料ガスを流して、60分間基板上にノンドープのGaAs結晶を成長させた。この後、原料ガスの供給を停止し、温度を下げ、反応質を窒素ガス( $\text{N}_2$ )で10分( $10 \text{ l/min}$ )置換した後、GaAs基板を取出し、エピタキシャル層の膜厚を測定した。

第11図はその結果を示すものである。同図から明らかなように、エピタキシャル層厚 $1.0 \mu\text{m}$ に対して3%の面内均一性を得ることができた。

上記のように、GaAs基板にエピタキシャル層を形成する場合においても、上記第1乃至第3の実施例と同様の効果を得ることができる。

尚、上記第1乃至第4の実施例では、エピタキシャル膜等を形成する場合について説明したが、これに限らず、例えば、所謂ラビットアニール等の単なる熱処理や、気相エッチングにこの方法お

よび装置を使用することも可能である。

さらに、吸着板の形状としては、第12図に示すように、吸着板の61の中央部から周囲方向に裏面部がテーパ状とされた傘型であっても、同様な吸着作用があり有効である。

また、吸着板のガス放出口に、放出ガスに回転を与える様な小さな溝を設けることにより、吸着した基板に回転力を与えることができる。このように基板を回転した場合、一層均一な膜を形成することが可能である。

さらに、上述した両装置は、吸着板の中央に1つのノズルを設けたが、ノズルの数および配設位置は、上記実施例に限定されるものではない。

また、上述した両装置は、吸着板を円形状としたが、これに限定されるものではなく、他の形状とすることも可能である。

その他、この発明の要旨を変えない範囲において、種々変形実施可能なことは勿論である。

#### [発明の効果]

以上詳述したようにこの発明によれば、塵埃の

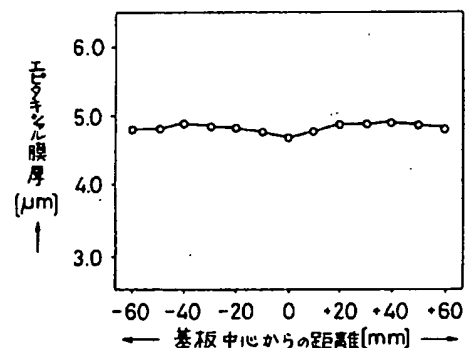
発生を防止できるとともに、反応ガスの切換えを短時間に行うことにより、オートドープによる不純物プロファイルの変化を防止でき、さらに、バージガスの量を大幅に削減でき、高品質のエピタキシャル成長膜およびCVD膜等を効率よく形成することが可能な半導体の処理方法および装置を提供できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

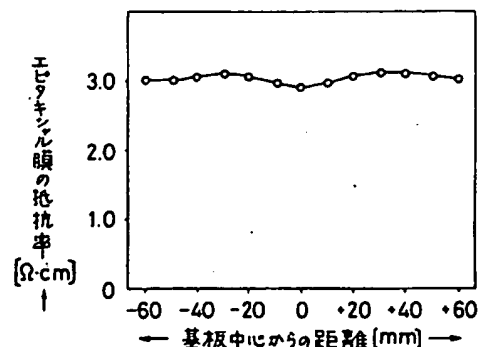
第1図はこの発明の方法の基本概念を説明するために示す図、第2図はこの発明の装置の第1の実施例を示す側断面図、第3図乃至第5図はそれぞれ第2図に示す装置により、 $\text{SiHCl}_3$ によって $\text{Si}$ のエピタキシャル成長を行った結果を示す図、第6図乃至第8図はそれぞれ第2図に示す装置により、 $\text{SiH}_4$ ガスによって $\text{Si}$ エピタキシャル成長を行った結果を示す図、第9図はこの発明の装置の第2の実施例を示す側断面図、第10図は第9図に示す装置により、 $\text{SiO}_2$ 膜の成長を行った結果を示す図、第11図は $\text{GaAs}$ 基板にエピタキシャル成長を行った結果を示す図、

第12図は吸着板の他の実施例を示す側断面図、第13図は従来の気相成長装置を示す概略図である。

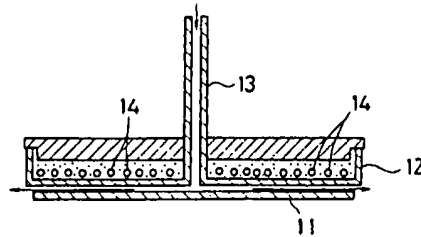
21、41…反応室、12、26、42…吸着板、11、32、51…基板、13、29、48…ノズル、28、46…キャリアガス導入パイプ、30、49…原料ガス導入用パイプ、24…ランプ、43、50…ヒータ。



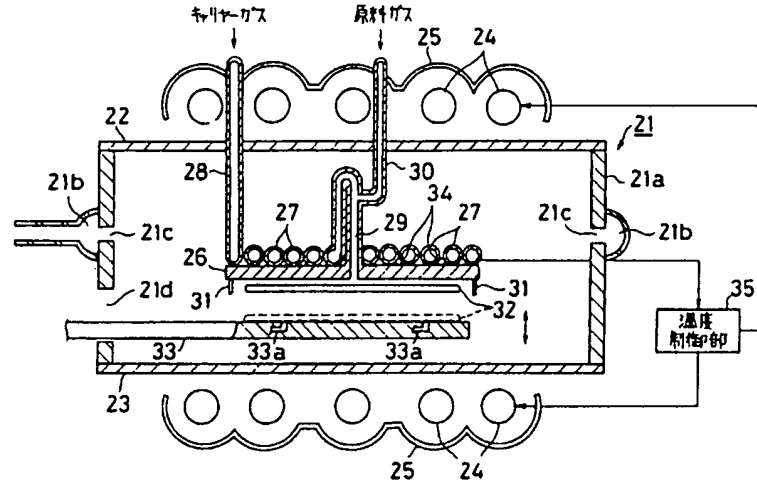
第 3 図



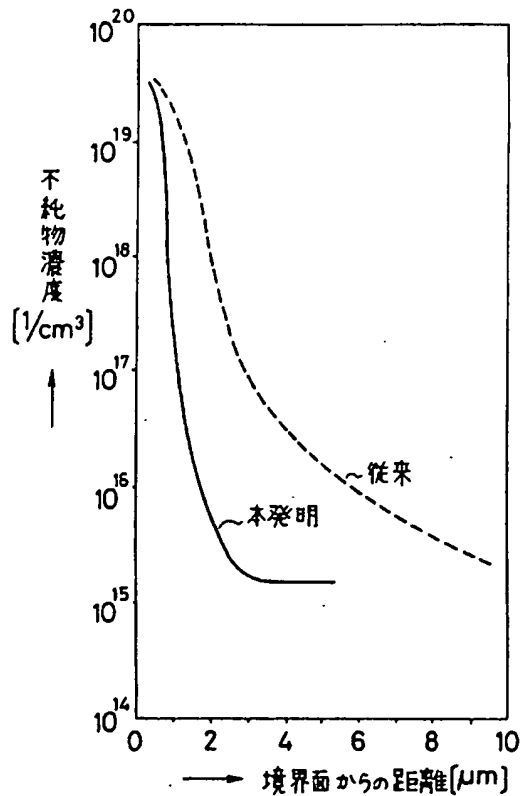
第 4 図



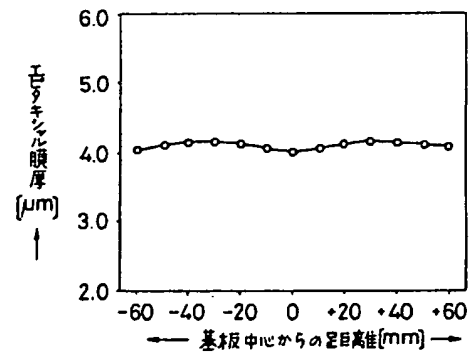
第 1 図



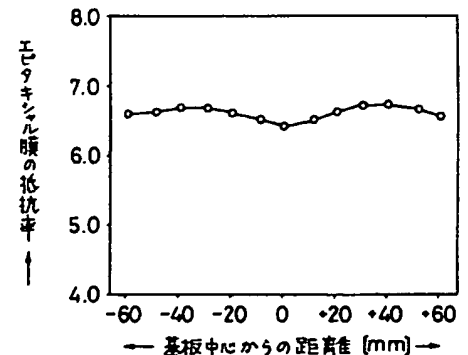
第 2 図



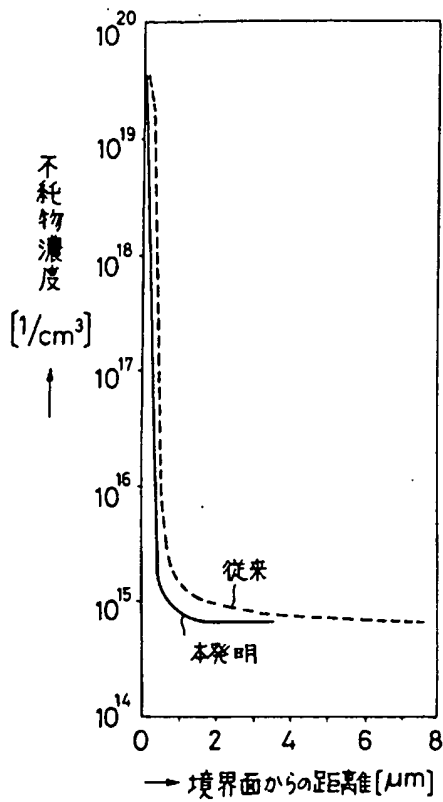
第 5 図



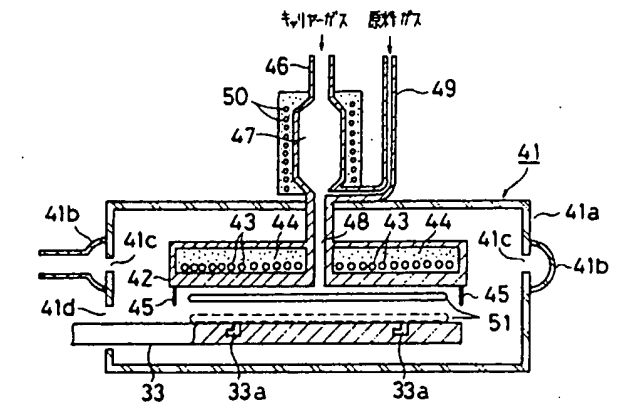
第 6 図



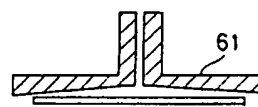
第 7 図



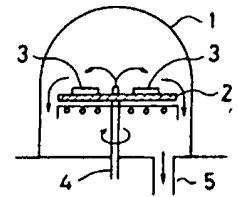
第 8 図



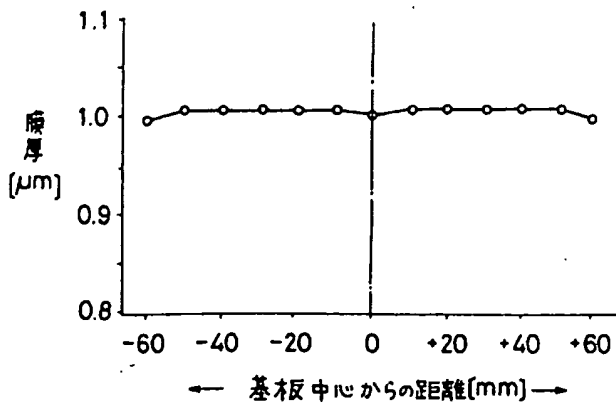
第 9 図



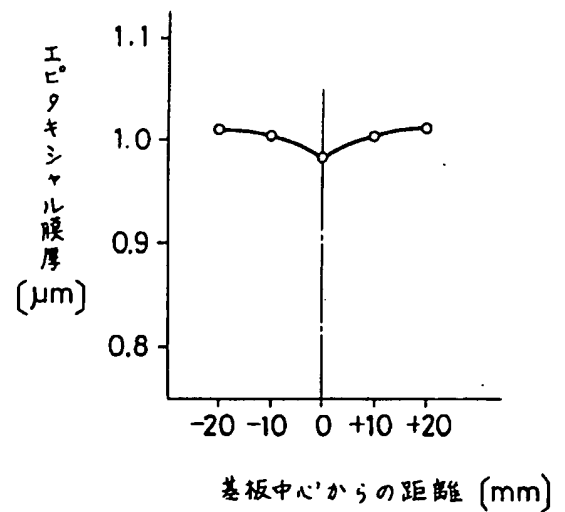
第 12 図



第 13 図



第 10 図



第 11 図